

51 Int. Cl. 3 = Int. Cl. 2

Int. Cl. 2:

G 01 L 5/00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

G 01 L 1/22

B 66 C 23/90

DEUTSCHES PATENTAMT



Behördeneigentlich

DE 29 48 774 A 1

5

11

# Offenlegungsschrift 29 48 774

21

Aktenzeichen:

P 29 48 774.9

22

Anmeldetag:

4. 12. 79

43

Offenlegungstag:

19. 6. 80

31

Unionspriorität:

32 33 37

4. 12. 78 Frankreich 7834151

54

Bezeichnung:

Kraftmeßeinrichtung für Maschine mit Ausleger, insbesondere zur Überwachung der Abkippung hiervon

71

Anmelder:

S.A. Francaise du Ferodo, Paris

74

Vertreter:

Fincke, H., Dr.-Ing.; Bohr, H., Dipl.-Ing.; Staeger, S., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

72

Erfinder:

N'Guyen, Huu-Can, L'Isle-Adam (Frankreich)

DE 29 48 774 A 1

Mappe B 365 - St/B/li

Ansprüche

1. Kraftmeßeinrichtung für eine Maschine mit einem Ausleger, der gelenkig an einem Rahmen angebracht ist und unter der Steuerwirkung einer Hubeinrichtung steht, die ihrerseits gelenkig einerseits am Rahmen und andererseits am Ausleger angebracht ist, wobei der Art nach zwei Kraftmeßachsen vorgesehen sind, die als Gelenkzapfen zwischen zwei dieser Elemente dienen, und zwar eine erste zwischen dem Ausleger und dem Rahmen und eine zweite zwischen der Hubeinrichtung und entweder dem Rahmen oder dem Ausleger, und wobei jede der genannten Kraftmeßachsen längs einer bestimmten Winkelorientierung fest an einem dieser Elemente angebracht ist, zwischen welchen sie als Schwenkzapfen für die gelenkige Bewegung dient, und längs zwei genau paralleler Ebenen zwei Sätze von Dehnungsmeßstreifen trägt, die derart angebracht sind, daß sie nur auf Quer- bzw. Scherkräfte ansprechen, dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder der beiden Achsen (O, A, B), welche die verwendeten Kraftmeßfühler bilden, die Ebenen ( $P_1, P_2$ ), längs deren eine derartige Achse die Dehnungsmeßstreifen (J) trägt, senkrecht zur Ebene ( $T_A, T_B$ ) liegen, die die geometrischen Achsen der genannten Kraftmeßachsen enthält.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftmeßachse (O) fest mit dem Rahmen (11) verbunden ist bzw. auf den Rahmen aufgekeilt ist.
3. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kraftmeßachse (A), die zwischen der Hubeinrichtung (12) und dem Rahmen (11) vorgesehen ist, fest mit dem Rahmen (11) verbunden bzw. auf diesem aufgekeilt ist.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kraftmeßachse (B), welche zwischen der Hubeinrichtung (12) und dem Ausleger (10) vorgesehen ist, fest mit dem Ausleger (10) verbunden bzw. bei ihm aufgekeilt ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Kraftmeßachsen (O, A, B) an der Außenseite eine Markierung aufweist, die dazu eingerichtet ist, die Kontrolle der Winkelausrichtung zu gestatten.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsmeßstreifen (J) in Wheatstone-Brücken ( $20_0$ ,  $20_A$ ) für jede der Kraftmeßachsen (O, A, B) angeschlossen sind, und daß die Einrichtung zusätzlich einen Addierer (22) umfaßt, der jeweils an einem seiner Eingänge die Spannungen aufnimmt, die durch die Meßdiagonalen der betreffenden Wheatstone-Brücke geliefert werden, einen Vergleicher (23), der einerseits die Ausgangsspannung des Addierers und andererseits eine Bezugsspannung ( $Q_b$ ) aufnimmt und gegebenenfalls ein beispielsweise optisches oder akkustisches Signalorgan (24), welches durch den Vergleicher angesteuert wird (Fig. 8).
7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (11), an welchem der Ausleger (10) gelenkig

angebracht ist, seinerseits ein Schwenkrahmen ist und außerdem mindestens einen Rechner (25) aufweist, der von einem Meßfühler angesteuert wird, der auf die Ausrichtung des Rahmens anspricht, und dazu eingerichtet ist, demzufolge die Spannungen zu modulieren, die von den Wheatstone-Brücken ( $20_O$ ,  $20_A$ ) abgegeben werden, bevor sie in den Addierer (22) eintreten.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie ebenfalls einen Rechner (26) enthält, der dazu eingerichtet ist, die Bezugsspannung ( $Q_b$ ) als Funktion der Ausrichtung des schwenkbaren Rahmens (11) vor seinem Eintritt in den Vergleicher (23) zu modulieren. (Fig. 9).

PATENTANWÄLTE  
DR.-ING. H. FINCKE  
DIPL.-ING. H. BOHR  
DIPL.-ING. S. STAEGER

2948774

4

8000 MÜNCHEN 5, 4. Dezember 1978

Müllerstraße 31

☎ (089) 26 60 60

✚ Claims München

Telex: 5239 03 claim d

Patentanwälte Dr. Fincke - Bohr - Staeger - Müllerstr. 31 - 8000 München 5

Mappe No. B365  
Bitte in der Antwort angeben

SOCIETE ANONYME FRANCAISE DU FERODO  
64 Avenue de la Grande-Armée

75017 Paris / FRANKREICH

---

Kraftmeßeinrichtung für Maschine mit Ausleger, insbesondere  
zur Überwachung der Abkippung hiervon

---

-----  
PRIORITÄT: 4. Dezember 1978 - Nr. 78 34151 - FRANKREICH  
-----

030025/0696

Bankverbindung: Bayer. Vereinsbank München, Konto 620 404 (BLZ 700 202 70) · Postscheckkonto: München 270 44-802 (BLZ 700 100 80)  
(nur PA Dipl.-Ing. S. Staeger)

2948774

-1-  
5

Mappe B 365 - St/B/11

Kraftmeßeinrichtung für Maschine mit Ausleger, insbesondere zur Überwachung der Abkippung hiervon.

In der französischen Patentschrift, die unter der Nummer 75 33499 hinterlegt und unter der Nummer 2 346 278 veröffentlicht wurde, ist eine Kraftmeßeinrichtung für eine Maschine mit Ausleger beschrieben, die eine Achse verwendet; die als Schwenkzapfen zwischen zwei Teilen dient und ihrerseits einen Kraftmeßfühler bildet, wobei diese Achse auf eines der genannten Teile gemäß einer bestimmten Winkelorientierung aufgespannt ist und längs zweier, im wesentlichen paralleler Ebenen zwei Sätze von Dehungsmeßstreifen trägt, die derart angeordnet sind, daß sie nur alleine auf Quer- bzw. Scherkräfte ansprechen.

Gemäß diesem französischen Patent wird eine derartige Kraftmeßachse zur absoluten Messung eines Drehmomentes verwendet, das, wenn es einer Längenmessung in Bezug auf die Länge des Auslegers und einer Winkelmessung in Bezug auf den Neigungswinkel dieses Auslegers zugeordnet wird, die Herstellung einer Belastungskurve entsprechend der Tragweite des Auslegers gestattet, wobei diese Tragweite der Horizontalabstand zwischen der

Vertikallage des Gelenkpunkts des Auslegers und der Vertikallage jenes Punktes des Auslegers ist, bei welchem an ihm eine Belastung aufgebracht wird.

Diese Belastungskurve ist nicht zwangsläufig jene des Drehmoments der Kippgrenze, denn sie berücksichtigt in gleicher Weise die Grenzen der mechanischen Widerstandsfähigkeit des Auslegers und der anderen, diesen zugeordneten Einrichtungen.

Es genügt aber nun eine einzige Kraftmeßachse zur Messung des bewirkten Drehmoments.

In dem Fall jedoch, in dem lediglich das Drehmoment der Kippgrenze zur Herstellung der Belastungskurve in Betracht gezogen werden soll, ist es nicht von vorneherein notwendig, die Tragweite des Auslegers zu kennen, und es ist demnach vorteilhafterweise möglich, sich von den Messungen der entsprechenden Länge und des entsprechenden Winkels sowie von den Berechnungen freizusetzen, welche, von diesen Werten ausgehend, die Errechnung der Tragweite ermöglichen.

Die Verwendung einer einzigen Kraftmeßachse ist jedoch dann nicht mehr ausreichend.

Man muß hiervon zwei verwenden.

Ein Vorschlag in diesem Sinne wurde in der französischen Patentschrift ausgesprochen, die am 12. Januar 1976 unter der Nummer 76 00595 hinterlegt und unter der Nummer 2 315 690 veröffentlicht wurde.

In dieser französischen Patentschrift ist jedoch eine Kraftzerlegung in horizontale und vertikale Kräfte vorgesehen, wovon sich verschiedene Nachteile ergeben.

Zunächst sind zwei Messungen für jede Kraftmeßachse notwendig, was zu einer nicht zu vernachlässigenden Komplizierung der Gesamtanlage führt.

Außerdem werden bei der Berücksichtigung der Horizontal-komponenten die vorgenommenen Messungen durch ein gelegentliches "Senken" der betreffenden Maschine unter den Auswirkungen der Belastung beeinträchtigt, d. h. durch das Einsinken, dem der Aufbau dieser Maschine wegen dieser Belastung ausgesetzt ist, da diese durchaus ein bestimmtes Zusammendrücken der Aufhängung hervorrufen kann, welche üblicherweise diesen Aufbau mit einem ihm zugeordneten Fahrwerk verbindet, insbesondere wenn es sich hierbei um Luftreifen handelt.

Die vorgenommenen Messungen werden ebenso, jedoch in geringerem Ausmaß, durch einen gelegentlichen Fehler in der Horizontallage des genannten Aufbaus bei der Berücksichtigung der Vertikalkomponenten beeinträchtigt.

Schließlich sprechen die verwendeten Kraftmeßachsen nicht auf einzelne Querkräfte an, sondern auf Biegekräfte, was normalerweise eine in der Praxis unmöglich zu berücksichtigende Festlegung der Anbringungspunkte dieser Kraftmeßachsen auf den Teilen erfordert, zwischen welchen sie eingreifen.

Die vorliegende Erfindung hat allgemein eine Kraftmeßeinrichtung mit zwei Kraftmeßachsen unter Vermeidung dieser Nachteile zur Aufgabe.

Die Erfindung zielt, genauer gesagt, auf eine Kraftmeßeinrichtung für eine Maschine mit einem Ausleger ab, der gelenkig an einem Rahmen unter Steuerung einer Hubeinrichtung angebracht wird, die ihrerseits einerseits am Rahmen und andererseits am genannten Ausleger gelenkig



angebracht ist, wobei die Kraftmeßeinrichtung der Art nach zwei Kraftmeßachsen aufweist, die als Schwenkzapfen zwischen zwei Teilen dienen, und zwar eine erste zwischen dem Ausleger und dem Rahmen und eine zweite zwischen der Hubeinrichtung und entweder Rahmen oder Ausleger, und wobei jede der genannten Kraftmeßachsen entsprechend einer bestimmten Winkelorientierung auf einem der Teile befestigt bzw. aufgekeilt ist, zwischen denen sie als Schwenkzapfen dient, und längs zweier im wesentlichen paralleler Ebenen zwei Sätze von Dehnungsmeßstreifen derart aufweist, daß sie einzig auf Querkräfte ansprechen; die Kraftmeßeinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder der beiden Achsen, die die verwendeten Kraftmeßeinrichtungen bilden, die Ebenen, längs deren eine derartige Achse die Sätze der Dehnungsmeßstreifen trägt, senkrecht zu jener Ebene liegen, welche die geometrischen Achsen der genannten Kraftmeßachsen enthalten.

Tatsächlich zeigt die Berechnung, daß es somit möglich ist, in jedem Augenblick die Berücksichtigung der Stabilitätsgleichung der betreffenden Maschine zu kontrollieren und somit deren Kippen zu vermeiden, beispielsweise durch die systematische Ansteuerung irgendeines Warnorgans, wenn der Augenblick unmittelbar bevorsteht, daß diese Stabilitätsgleichung nicht mehr erfüllt wird.

In der Praxis weist diese Stabilitätsgleichung Koeffizienten auf, die mit der Orientierung des Rahmens variabel sind, an welchem der Ausleger schwenkbar angebracht ist, wenn dieser Rahmen um eine vertikale Achse schwenkbar angebracht ist.

In erster Näherung kann es ausreichen, systematisch diesen Koeffizienten ihren geringsten Wert zuzuordnen.

Es kann aber in gleicher Weise die Verwendung eines Rechners vorgesehen sein, der von einem Meßfühler eine

Führungsgröße erhält, die auf die winklige Ausrichtung des Schwenkrahmens anspricht und demzufolge die Messungen anpaßt bzw. moduliert, die durch die Dehnungsmeßstreifen der verwendeten Kraftmeßachsen bewirkt werden.

In allen Fällen gestatten diese gemäß der Erfindung, daß man sich bei der Kontrolle der ermittelten Abkippung einerseits von zwei Unbekannten befreit, welche in jedem Augenblick die an dem betreffenden Ausleger aufgebraachte Last und die Tragweite dieses Auslegers sind, und andererseits von einer möglichen Senkung der Maschine, die diesen Ausleger trägt, und/oder einem möglichen Fehler in der Horizontallage ihres Aufbaus.

Außerdem gestatten die Meßfühler, falls gewünscht, eine absolute Messung der Last zum Vergleich mit einer nicht zu überschreitenden Grenze in dem Fall, in welchem eine derartige Grenze zu beachten ist, um beispielsweise eine Verformung oder gar einen Bruch des Auslegers zu vermeiden, sogar wenn die Bedingungen zum möglichen Abkippen der den Ausleger tragenden Maschine noch nicht erfüllt sind.

Somit genügt die erfindungsgemäße Kraftmeßeinrichtung mit zwei Kraftmeßachsen ebenso der Überwachung einer Abkippung einer Maschine mit einem an einem Rahmen angeordneten Ausleger wie auch der Messung der Last, welche an den Ausleger einer derartigen Maschine angehängt ist.

Die Merkmale und Vorzüge der Erfindung ergeben sich im übrigen aus der nachfolgenden, beispielhaften Beschreibung, unter Bezugnahme auf die schematischen, beigefügten Zeichnungen in denen:

- Fig. 1 eine Ansicht einer Maschine ist, an welcher eine erfindungsgemäße Kraftmeßeinrichtung angefügt ist,  
Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf diese Maschine,  
Fig. 3 mit vergrößertem Maßstab eine Ansicht einer Kraftmeßachse, die in der erfindungsgemäßen

Kraftmeßeinrichtung verwendet ist,

Fig. 4 in vergrößertem Maßstab eine Wiedergabe einer Einzelheit der Fig. 3, wobei die Einzelheit in dieser durch eine Umrahmung IV bezeichnet ist,

Fig. 5 und 6

je eine Ansicht eines Querschnitts dieser Kraftmeßachse längs der Linien V-V bzw. VI-VI in Fig. 3,

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Ansicht wie in Fig. 1 der Maschine, an welcher die erfindungsgemäße Kraftmeßeinrichtung angefügt ist, um die Ausrichtung der Kraftmeßachsen darzustellen, welche diese Einrichtung umfaßt,

Fig. 8 ein Blockdiagramm, welches die elektrische Montage der gesamten, erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung darstellt,

Fig. 9 ein Blockdiagramm analog dem der Fig. 8, und zwar für eine Ausführungsvariante, und

Fig. 10 eine schematische Darstellung analog zu jener der Fig. 7, und zwar einer Ausführungsvariante der Erfindung.

Die Figuren 1 und 2 stellen die Anwendung der Erfindung an irgendeiner Förder- bzw. Verlademaschine dar, welche allgemein einen Förderausleger 10 aufweist, der gelenkig um eine Horizontalachse O an einem Rahmen 11 unter der Steuerung einer Hubeinrichtung 12 angebracht ist, die ihrerseits gelenkig einerseits am Rahmen 11 um eine horizontale Achse A und andererseits am Ausleger 10 um eine horizontale Achse B schwenkbar angebracht ist.

Es kann sich beispielsweise um einen hydraulischen Kran oder einen hydraulischen Bagger handeln.

Die Ausbildung einer derartigen Maschine bildet ihrerseits keinen Teil der vorliegenden Erfindung und wird deshalb

hier auch nicht näher im einzelnen beschrieben.

Es genügt, deutlicher darzustellen, daß in der Praxis der Rahmen 11 um eine vertikale Achse V auf einem Unterbau 13 schwenkbar angebracht ist, und daß dieser, der Roll- bzw. Fahreinrichtungen bildet, beispielsweise aus zwei Fahrgestellen 14A, 14B gebildet ist, beispielsweise Gleisketten, welche gemeinsam für die Maschine ein Unterstützungsvieleck S festlegen, das allgemein strichpunktiert in Fig. 2 abgegrenzt ist.

Am Ausleger 10, bei dem man davon ausgeht, daß er sich im wesentlichen in Fig. 2 auf eine Linie zurückführen läßt, die der Spur seiner mittleren Vertikalebene M entspricht, wird auf eine Art und Weise, die nicht Teil der vorliegenden Erfindung bildet, eine Vertikallast  $F_C$  aufgebracht.

Die Stabilitätsgleichung der betreffenden Maschine schreibt sich wie folgt:

$$F_C \cdot (L-a) + Q_f \cdot (l-a) \leq Q \cdot b, \quad (I)$$

in welcher:

- $F_C$  die angehobene Last ist,
- $L$  die Tragweite des Auslegers 10 senkrecht zur Last  $F_C$ , d. h. der Horizontalabstand, der in der Vertikalebene des Auslegers 10, die senkrecht zur Achse O steht, die Last  $F_C$  und diese Achse O trennt,
- $Q_f$  das Gewicht der Auslegerbaugruppe 10, wobei davon ausgegangen wird, daß dieses Gewicht im Schwerpunkt  $G_f$  des Auslegers zusammengefaßt ist,
- $l$  die Tragweite des Auslegers 10 senkrecht zu der Richtung der im Schwerpunkt  $G_f$  angreifenden Last ist,
- $Q$  das Gewicht der Baugruppe ist, die vom schwenkbaren Rahmen 11 und dem Unterbau 13 gebildet ist, d. h. das Gewicht der gesamten betreffenden Maschine abzüglich ihres Auslegers 10, wobei von diesem Gewicht angenommen wird, daß es im Schwerpunkt G dieser Baugruppe zusammengefaßt ist, und es wird angenommen, daß dieser Querschnitt in

der mittleren Vertikalebene M des Auslegers 10 liegt,  
und

a und b die

Horizontalabstände in der Ebene M vom Schwerpunkt Q  
und der Schwenkachse O zur entsprechenden Grenzlinie  
des Unterstützungsvielecks S sind, festgelegt durch  
den Schnitt  $\Omega$  dieses Unterstützungsvielecks S und der  
Ebene M.

In der obigen Stabilitätsgleichung (I) treten zwei Unbe-  
kannte auf.

Die erste Unbekannte erscheint unmittelbar: dies ist die  
Belastung  $F_C$ .

Die zweite Unbekannte, und zwar die Lage des Auslegers 10  
im Raum, tritt nur mittelbar durch Wirkung der beiden Abstände  
L und l auf.

Zur Lösung der Stabilitätsgleichung (I) und demnach zur  
Kontrolle des Abkippens der entsprechenden Maschine schlägt  
die Erfindung vor, zwei Kraftmeßachsen des Typs zu verwenden,  
wie er in der FR-PS 2 346 278 (französische Patentanmeldung  
Nr. 75 33499) beschrieben ist, die oben erwähnt ist.

Eine derartige Kraftmeßachse ist getrennt in den Figuren  
3 bis 6 dargestellt ist.

Sie umfaßt in der Nähe ihrer Enden zwei Abschnitte mit  
verringertem Durchmesser 15, 15', wobei jeder dieser Abschnitte  
sich zwischen zwei Abschnitten mit einem größeren, gemeinsamen  
Durchmesser erstreckt, und zwar einem mittleren Abschnitt 16  
und zwei Endabschnitten 17, 17'.

In der Nähe dieser Abschnitte mit verringertem Durchmesser  
15, 15' und entsprechend genau zweier Ebenen  $P_1$ ,  $P_2$ , die  
parallel zu einer gemeinsamen axialen Symmetrieachse P liegen,

trägt eine derartige Kraftmeßachse zwei Sätze von Dehnungsmeßstreifen  $J_1, J_2$ , wie dies im einzelnen unten ausgeführt ist.

Für jede Ebene  $P_1, P_2$ , weisen die beiden Sätze von Dehnungsmeßstreifen  $J_1, J_2$ , zwei Gruppen  $J, J'$  aus mindestens zwei Dehnungsmeßstreifen auf, die jeweils entsprechend den Abschnitten mit kleinerem Durchmesser, 15, 15' zugeordnet sind.

Somit weist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Abschnitt 15 mit kleinerem Durchmesser auf einer kleinen Fläche  $F_1$ , die sich genau in der Ebene  $P_1$  erstreckt und mit ihren Enden die Abschnitte mit größerem Durchmesser 16, 17 anschneidet, eine Gruppe  $J$  aus zwei Dehnungsmeßstreifen  $J_{1A}, J_{1B}$  auf.

Diese von Dehnungsmeßstreifen sind derart angeordnet, daß sie nur auf Querkräfte ansprechen.

Beispielsweise und wie dargestellt ist ein Dehnungsmeßstreifen  $J_{1A}$  um  $45^\circ$  gegenüber der Ebene geneigt, die senkrecht zur axialen Symmetrieebene  $P$  und zur geometrischen Achse der betreffenden Kraftmeßachse liegt, und ein Dehnungsmeßstreifen  $J_{1B}$  ist in gleicher Weise um  $45^\circ$  gegenüber dieser Ebene geneigt, aber um  $90^\circ$  bezüglich dem Dehnungsmeßstreifen  $J_{1A}$ .

Mit einer ähnlichen bzw. gleichen Anordnung trägt der Abschnitt mit verringertem Durchmesser 15 in der Ebene  $P_2$  eine Gruppe  $J$  aus zwei Dehnungsmeßstreifen  $J_{2A}, J_{2B}$ , die unter Nutzung einer Fläche  $F_2$  angeordnet sind, und der Abschnitt mit verringertem Durchmesser 15' trägt unter Nutzung von Flächen  $F'_1, F'_2$ , die jeweils in den Ebenen  $P_1, P_2$  angeordnet sind, eine Gruppe  $J'$  aus zwei Dehnungsmeßstreifen  $J'_{1A}, J'_{1B}$  sowie eine Gruppe  $J'$  aus zwei Dehnungsmeßstreifen  $J'_{2A}, J'_{2B}$ .

Die Flächen  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F'_1$ ,  $F'_2$  können genau eben sein; es kann sich aber auch um gekrümmte Flächen handeln.

Gemäß der Erfindung sind zwei derartige Kraftmeßachsen gemeinsam verwendet, und zwar eine erste zur Bildung des Schwenkzapfens 0 zwischen dem Ausleger 10 und dem Rahmen 11 und die zweite zur Bildung des Schwenkzapfens zwischen der Hubeinrichtung 12 und dem Rahmen 11 oder dem Ausleger 10.

Beispielsweise und gemäß der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform bildet diese zweite Kraftmeßachse den Schwenkzapfen A zwischen der Hubeinrichtung 12 und dem Rahmen 11.

Es wird nun beispielsweise die Kraftmeßachse 0 abgehandelt, und diese steht, wie schematisch durch strichpunktierte Linien in Fig. 3 dargestellt ist, einerseits mit ihrem mittleren Abschnitt 16 in einer Büchse 18 in Eingriff, die fest mit dem Ausleger 10 verbunden ist, sowie durch ihre Endabschnitt 17, 17' in Flanschen 19, 19' eines Gabelträgers, der fest mit dem Rahmen 11 verbunden ist.

Die Büchse 18 des Auslegers 10 erstreckt sich teilweise über die Abschnitte mit verringertem Durchmesser 15, 15' der betreffenden Kraftmeßachse 0, und das gleiche gilt auch für die Flansche 19, 19' des Gabelträgers, der fest mit dem Rahmen 11 verbunden ist.

Einer derartigen Kraftmeßachse 0 ist (Fig. 8) eine Wheatstone-Brücke  $20_0$  zugeordnet, von welcher jeder Arm in Reihenschaltung zwei Dehnungsmeßstreifen umfaßt, die in derselben Richtung beansprucht werden, gleichgültig, ob es sich um eine Zug- oder Druckbeanspruchung handelt. Beispielsweise und wie dargestellt liegen die Dehnungsmeßstreifen  $J_{1A}$ ,  $J'_{1A}$  in Reihe im gleichen Arm dieser Wheatstone-Brücke, und das gleiche gilt jeweils für die

Dehnungsmeßstreifen  $J_{1B}$ ,  $J'_{1B}$ ,  $J_{2A}$ ,  $J'_{2A}$  und  $J_{2B}$ ,  $J'_{2B}$ .

Bei einer der Diagonalen der Wheatstone-Brücke  $20_0$  ist eine Speisespannung  $V$  angelegt, und an der anderen dieser Diagonalen nimmt man eine Meßspannung  $M_0$  ab.

Beim Zusammenbau wird die Kraftmeßachse  $O$  mit ihren Endabschnitten  $17$ ,  $17'$  auf den Flanschen,  $19$ ,  $19'$  des Rahmens  $11$  befestigt, beispielsweise mit Hilfe von Keilen (nicht dargestellt), und die Winkelausrichtung, die der Achse verliehen wird, ist derart, daß, wie in Fig. 7 dargestellt, ihre Ebenen  $P_1$  und  $P_2$  senkrecht zur Ebene  $T_A$  liegen, welche einerseits ihre geometrische Achse und andererseits die geometrische Achse der Kraftmeßachse  $A$  enthält, der sie zugeordnet ist.

Unter diesen Umständen und wie insbesondere in der FR-PS 2 346 278 (Patentanmeldung Nr. 75 33 499) erwähnt ist, ist die Meßspannung  $M_0$ , die an der Wheatstone-Brücke  $20_0$  abgegeben wird, eine Darstellung der Komponente  $F_0$ , senkrecht zur Ebene  $T_A$ , der Resultierenden der in  $O$  angreifenden Kräfte, denen die betreffende Maschine unterworfen ist.

Das Momentengleichgewicht um die geometrische Achse der Kraftmeßachse  $A$  der Gesamtheit dieser Kräfte gestattet demnach die folgende Gleichung niederzuschreiben (Fig. 1):

$$F_0 \cdot d - Q_f \cdot (l-e) - F_C (L-e) = 0, \quad (II)$$

in welcher

- $d$  der Abstand zwischen den geometrischen Achsen der Kraftmeßachsen  $O$ ,  $A$  ist und
- $e$  der Abstand zwischen der geometrischen Achse der Kraftmeßachse  $A$  und der Vertikalebene ist, die durch die geometrische Achse der Kraftmeßachse  $O$  hindurchläuft.



Die Kraftmeßachse A weist eine Ausbildung analog zu jener der Kraftmeßachse O auf, und sie ist auf eine Weise wie jene, wie oben genauer ausgeführt ist, an dem Rahmen 11 entsprechend einer für diese bestimmten Winkelausrichtung befestigt, wie dies in Fig. 7 dargestellt ist, wobei ihre Ebenen  $P_1$ ,  $P_2$  genau senkrecht zur Ebene  $T_A$  stehen, welche die geometrischen Achsen der Kraftmeßachsen O und A enthält.

Unter diesen Bedingungen ist die Meßspannung  $M_A$ , die an der Wheatstone-Brücke  $20_A$  abgenommen wird, welche der Kraftmeßachse A zugeordnet ist (Fig. 8), die Darstellung der Komponente  $F_A$  senkrecht zur Ebene  $T_A$  der im Punkt A vorliegenden Komponente aller Kräfte, welchen die betreffende Maschine unterworfen ist, und das Momentengleichgewicht und die geometrische Achse der Achsen O dieser Gruppe von Kräfte gestattet es, die folgende Gleichung aufzustellen:

$$F_A \cdot d - Q_f \cdot l - F_C \cdot L = 0 \quad (III)$$

Wenn man die Gleichung (II) von der Gleichung (III) abzieht, dann erhält man die neue, folgende Gleichung (IV):

$$F_A - F_O = \frac{e}{d} (Q_f + F_C) \quad (IV)$$

Wenn man die Gleichungen (III) und (IV) in die obige Stabilitätsgleichung (I) einsetzt, dann erhält man, wie folgt, einen neuen Ausdruck (V) dieser Stabilitätsgleichung als Funktion der Komponenten  $F_O$  und  $F_A$ :

$$F_A \cdot d \cdot \left(1 - \frac{a}{e}\right) + \frac{ad}{e} \cdot F_O \leq Q \cdot b \quad (V)$$

In diesem Ausdruck ist der Koeffizient d eine Konstante; das gleiche kann für den Koeffizienten e angenommen werden, denn der Abstand, den er darstellt und der normalerweise von der Lage der betreffenden Maschine abhängt, d. h. der Neigung ihres Unterbaus 13 gegenüber der Horizontalen, verändert sich in der Praxis als Funktion dieser Horizontal-lage sehr wenig, weil sich auch diese in gleicher Weise

sehr wenig ändert.

Die Koeffizienten  $a$  und  $b$  sind jedoch Variable, denn die Abstände, die sie darstellen, ändern sich mit der Konstruktion durch die Ausrichtung des um seine vertikale Achse  $V$  schwenkbaren Rahmens 11, d. h. entsprechend dem Winkel  $\varphi$ , der in Fig. 2 dargestellt ist.

Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung, die durch Fig. 8 dargestellt ist, ist es jedoch eingeräumt, daß diese Koeffizienten  $a$ ,  $b$  Konstante sind, indem man für sie den kleinsten Wert der entsprechenden Abstände heranzieht, was es gestattet, in völliger Sicherheit die Stabilitätsgleichung der Maschine zu beachten.

Unter diesen Bedingungen verwendet die erfindungsgemäße Einrichtung für die Meßspannung  $M_0$ , die von der Wheatstone-Brücke 20<sub>0</sub> abgegeben wird, einen Verstärker 21<sub>0</sub> mit einem Verstärkungsfaktor, der gleich ist  $\frac{ad}{e}$ , und für die Meßspannung  $M_A$ , die von der Wheatstone-Brücke 20<sub>A</sub> abgegeben wird, einen Verstärker 21<sub>A</sub> mit einem Verstärkungsfaktor, der gleich ist  $d \cdot (1 - \frac{a}{e})$ .

Die Einrichtung umfaßt außerdem einen Addierer 22, der an jedem seiner Eingänge wirksam die derart behandelten Spannungen aufnimmt, einen Vergleicher 23, der einerseits die Ausgangsspannung des Addierers 22 und andererseits eine Bezugsspannung aufnimmt, die den Ausdruck  $Q \cdot b$  der Stabilitätsgleichung (V) darstellt, und schließlich, falls gewünscht, ein beispielsweise optisches oder akkustisches Signalorgan 24, welches vom Vergleicher 23 angesteuert wird.

Die praktische Ausführung der Bestandteile 21, 22, 23 und 24, die oben erwähnt sind, ist Sache des Fachmanns und wird deshalb hier nicht mehr im einzelnen beschrieben.

Sobald das Signal, das vom Vergleicher 23 abgegeben ist, einen bestimmten kritischen Wert erreicht, der anzeigt, daß die Stabilitätsgleichung der betreffenden Maschine bald nicht mehr erfüllt sein wird, tritt das Signalorgan 24 in Tätigkeit.

Es kann, falls gewünscht, unmittelbar auf die Hubeinrichtung 12 einwirken, um sie zu unterbrechen oder bei ihr die Wirkung zu verringern und somit die Last zu begrenzen, die auf dem Ausleger F aufgebracht wird.

Gemäß einer verwendeten und durch Fig. 9 dargestellten Ausführungsvariante sind zwei Rechner bzw. Prozessoren 25, 26 verwendet, die durch einen Meßfühler 27 angesteuert werden, der auf die Ausrichtung  $\gamma$  des schwenkbaren Rahmens 11 anspricht und dazu eingerichtet sind, demzufolge als Funktion der konstruktiven Gegebenheiten der betreffenden Maschine die Spannung zu modulieren, welche durch die Wheatstone-Brücken  $20_O$ ,  $20_A$  vor ihrem Eintritt in den Addierer 22 abgegeben werden.

In der Praxis wird der Prozessor 25 zur Berechnung des Koeffizienten  $a$  als Funktion der Ausrichtung  $\gamma$  in jedem Augenblick verwendet, und der Prozessor 26 wird zur Berechnung des Ausdrucks  $Q \cdot b$  als Funktion dieser Ausrichtung in jedem Augenblick verwendet.

Gleichzeitig sind die Verstärker  $21_O$  und  $21_A$  derart gewählt, daß sowohl der eine als auch der andere nur einen gleichen Verstärkungsfaktor von  $\frac{d}{e}$  aufweisen.

Ein Multiplizierglied  $27_O$  empfängt gleichzeitig die Ausgangsspannungen des Verstärkers  $21_O$  und des Prozessors 25, und in gleicher Weise empfängt ein Multiplizierglied  $27_A$  gleichzeitig einerseits die Ausgangsspannung des Verstärkers  $21_A$  und andererseits die Ausgangsspannung eines Subtrahiergliedes 28, welches an jedem seiner

Eingänge eine Spannung, die die Darstellung des Koeffizienten  $e$  ist, bzw. die Ausgangsspannung des Prozessors 25 aufnimmt.

Der Addierer 22 empfängt die Ausgangsspannungen der Multiplizierglieder  $27_0$  und  $27_A$ .

Der Vergleicher 23 empfängt einerseits die Ausgangsspannung des Addierers 22 und andererseits die Ausgangsspannung des Prozessors 26.

Er steuert, wie vorher, das Signalorgan 24 an.

Gemäß einer in Fig. 10 dargestellten Ausführungsvariante ist es die als Schwenkzapfen zwischen der Hubeinrichtung 12 und dem Ausleger 10 dienende Achse B, die die Kraftmeßachse bildet, statt der vorhergehenden Achse A.

In diesem Fall ist die winklige Ausrichtung, die den Kraftmeßachsen O und B verliehen ist, derart, daß ihre Ebenen  $P_1$ ,  $P_2$ , längs denen sie die Dehnungsmeßstreifen bilden, senkrecht zu einer Ebene  $T_B$  liegen, die ihre geometrischen Achsen enthalten, und die Kraftmeßachse B ist auf den Ausleger 10 aufgekeilt.

Wie vorher gestattet das Momentengleichgewicht um diese geometrischen Achsen gemäß der Erfindung die Kontrolle der Abkippung der betreffenden Maschine.

Es ist jedoch die durch Fig. 7 dargestellte Ausführungsform bevorzugt, denn die Kraftmeßachsen sind dann beide im Raum festgelegt.

Dies ist nicht der Fall bei der Ausführungsform der Fig. 10, bei welcher die Kraftmeßachse, die an der Stelle B am Ausleger eingesetzt ist, sich mit diesem bewegt, was normalerweise die Kenntnis der Neigung dieses Auslegers erforderlich macht, um den Horizontalabstand zwischen der Vertika-

len dieser Achse und jener der Achse 0 zu berechnen.

Wie dem auch sei, die erfindungsgemäß herangezogenen Kraftmeßachsen können in gleicher Weise, falls gewünscht, eine Absolutmessung der Last ermöglichen, an welche der Ausleger der betreffenden Maschine angekoppelt ist.

Es kann tatsächlich interessant sein, insbesondere wenn der Ausleger 10 eine Lage nahe der Vertikalen einnimmt, die Last zu begrenzen, die an ihm angehängt ist, da diese, obwohl sie nicht in der Lage ist, dann ein Umkippen der betreffenden Maschine hervorzurufen, Ursache einer Verformung dieses Auslegers und sogar seines Bruchs sein kann, wenn sie zu hoch ist.

Es ist möglich, aus der obigen Gleichung (IV) die Last  $F_C$  zu erhalten, wie folgt:

$$F_C = (F_A - F_0) \frac{d}{e} - Q_f \quad (VI)$$

Nach Vorgehensweisen, die analog zu den oben beschriebenen sind, ist es möglich, diese Last mit der für den Ausleger 10 zulässigen Grenzlast zu vergleichen, und, falls gewünscht, demzufolge irgendein Signal - oder Warnorgan - zu betätigen.

In jedem Fall weisen die erfindungsgemäß verwendeten Kraftmeßachsen jeweils bevorzugt an der Außenseite eine Markierung auf, die geeignet ist, durch Sichtkontrolle die winklige Ausrichtung zu überwachen; es kann sich beispielsweise um eine einfache Linie handeln (in den Zeichnungen nicht dargestellt).

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die beschriebenen und dargestellten Ausführungsformen begrenzt ist, sondern jede Ausführungsvariante umfaßt.

Es handelt sich bei der Erfindung beispielsweise um die Kontrolle der Abkippung einer Maschine mit einem Ausleger 10, der an einem Rahmen 11 gelenkig angebracht und unter der Steuerwirkung einer Hubeinrichtung 12 steht.

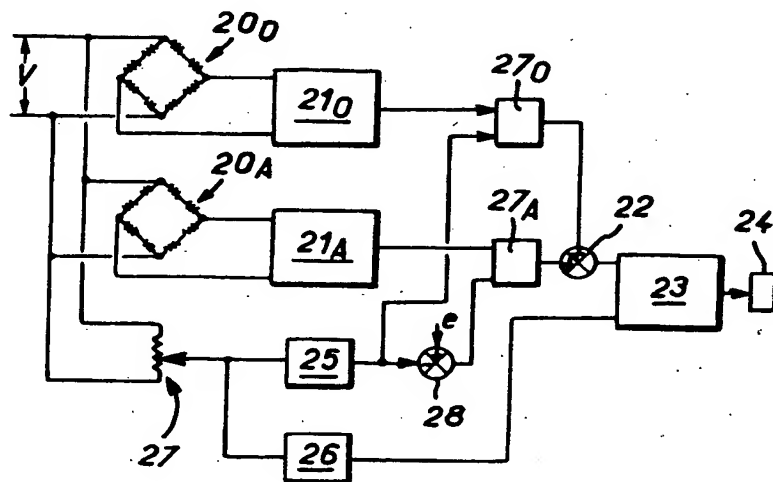
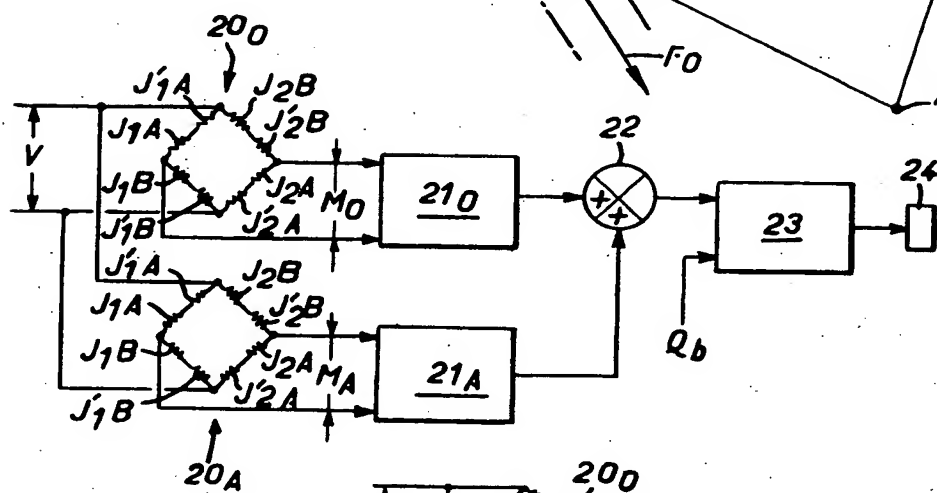
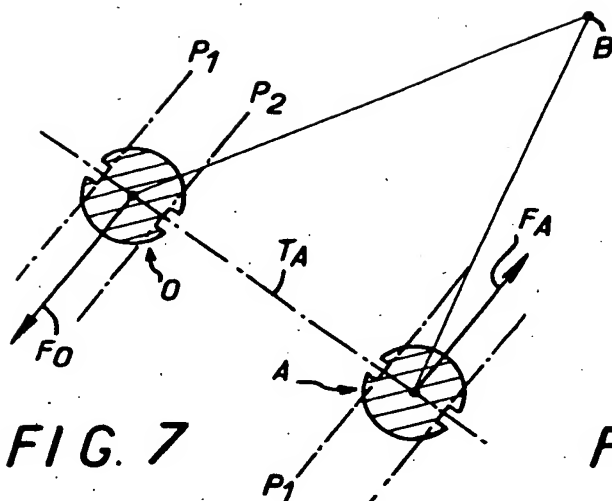
Gemäß der Erfindung sind zwei Kraftmeßachsen vorgesehen, die Dehnungsmeßstreifen tragen, die derart angeordnet sind, daß sie nur alleine auf Querkräfte bzw. Scherkräfte ansprechen, wobei die eine als Schwenkzapfen O zwischen dem Ausleger 10 und dem Rahmen 11 und die andere als Schwenkzapfen A oder B zwischen der Hubeinrichtung 12 und dem Rahmen 11 bzw. dem Ausleger 10 dient, und wobei die Ebenen dieser Achsen Dehnungsmeßstreifen enthalten, die zu jener Ebene senkrecht stehen, die die geometrischen Achsen der Kraftmeßachsen enthalten.

Die Erfindung kann bei irgendeiner Maschine mit Ausleger Anwendung finden, insbesondere bei hydraulischen Kränen oder Baggern.

Merkmale der Erfindung sind insbesondere Fig. 1 entnehmbar.



-22-





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

